

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ДЕРЖАВНИЙ ВИЩИЙ НАВЧАЛЬНИЙ ЗАКЛАД
«ДОНЕЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ»**

Кафедра електричної інженерії

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Перший проректор

_____ Леонід Бачурін

«_____» _____ 20__ р.

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

ВБ1.7 Нагнітачі та теплові двигуни. Частина 2

Рівень освіти: перший (бакалаврський)

Спеціальність: 144 Теплоенергетика

Мова навчання: українська

Робоча програма навчальної дисципліни «Нагнітачі та теплові двигуни. Частина 2» для здобувачів вищої освіти за спеціальністю 144 Теплоенергетика (ОПП «Теплоенергетика», бакалавр)

« ____ » _____ 2021 року, 8 с.

Розробник: Немцев Е.М., старший викладач кафедри електричної інженерії

Робоча програма затверджена на засіданні кафедри електричної інженерії

Протокол № 3 від « 30 » 09 2021 р.

Завідувач кафедри електричної інженерії

_____ к.т.н., доц. Колларов О.Ю.
(підпис)

« ____ » _____ 20 ____ р

Схвалено Науково-методичною комісією галузі знань 14 Електрична інженерія

Протокол № ____ від « ____ » _____ 20 ____ р.

« ____ » _____ 20 ____ р. Голова _____ (_____) (підпис) (прізвище та ініціали)

1. Загальна інформація

Форма навчання	Денна	Заочна
Статус	Вибіркова	
Обсяг в кредитах ЄКТС	5	5
Обсяг в годинах за навчальним планом, разом: в тому числі:	150	150
лекції:	32	8
практичні заняття:	24	4
лабораторні заняття:	–	–
семінари:	–	–
самостійна робота:	94	138
Форма підсумкового контролю	Іспит	
Дисципліну викладають	Немцев Едуард Миколайович http://elin.donntu.edu.ua eduard.niemtsev@donntu.edu.ua	

Передумови для вивчення дисципліни: «Фізика», «Теплотехнічні процеси та установки», «Тепломасообмін», «Нагнітачі та теплові двигуни. Частина 1», «Джерела теплопостачання та теплові мережі».

2. Мета вивчення навчальної дисципліни

Метою вивчення дисципліни «Нагнітачі та теплові двигуни. Частина 2» є формування знань та умінь, необхідних для експлуатації, проектування і удосконалення роботи паро- і газотурбінних установок та двигунів внутрішнього згоряння. Передбачає вивчення теоретичних основ і принципу дії паро- і газотурбінних установок та двигунів внутрішнього згоряння, що знайшли широке використання в енергетичному господарстві промислових підприємств; вивчення конструкції зазначених машин і апаратів, методів їх розрахунку та пошук шляхів їх ефективної роботи.

Дисципліна «Нагнітачі та теплові двигуни. Частина 2» вивчається у восьмому семестрі освітньої програми поряд з дисциплінами «Автоматизація енергетичного обладнання», «Водопостачання та водний режим котельних установок».

Загальні компетентності:

ЗК1. Здатність реалізувати свої права і обов'язки як члена суспільства, усвідомлювати цінності громадянського (вільного демократичного) суспільства та необхідність його сталого розвитку, верховенства права, прав і свобод людини і громадянина в Україні.

ЗК6. Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.

ЗК8. Здатність спілкуватися державною мовою як усно, так і письмово.

Фахові компетентності:

ФК6. Здатність враховувати знання і розуміння комерційного та економічного контексту при прийнятті рішень в теплоенергетичній галузі.

ФК10. Здатність дотримуватися професійних і етичних стандартів високого рівня у діяльності в теплоенергетичній галузі.

ФК12. Здатність забезпечувати захист інтелектуальної власності, готувати, оформлювати і виконувати контракти в теплоенергетичній галузі.

Програмні результати навчання:

ПРН3. Розуміння міждисциплінарного контексту спеціальності «Теплоенергетика».

ПРН6. Виявляти, формулювати і вирішувати інженерні завдання у теплоенергетиці; розуміти важливість нетехнічних (суспільство, здоров'я і безпека, навколишнє середовище, економіка і промисловість) обмежень.

ПРН8. Застосовувати передові досягнення електричної інженерії та суміжних галузей при проектуванні об'єктів і процесів теплоенергетики.

ПРН10. Знати і розуміти технічні стандарти і правила техніки безпеки у сфері теплоенергетики.

ПРН11. Мати лабораторні / технічні навички, планувати і виконувати експериментальні дослідження в теплоенергетиці за допомогою сучасних методик і обладнання, оцінювати точність і надійність результатів, робити обґрунтовані висновки.

3. Очікувані результати навчання

У результаті вивчення навчальної дисципліни «Нагнітачі та теплові двигуни. Частина 2» студент повинен:

знати:

- загальний устрій і технологічні схеми надійної і безпечної експлуатації теплових двигунів;
- принципи роботи та фізичні основи роботи теплових двигунів;
- особливості експлуатації теплових двигунів;
- характеристики машин, що серійно випускаються у промисловості.

вміти:

- здійснювати інженерні розрахунки основних процесів, що мають місце в сучасних теплоенергетичних установках;
- розраховувати основні характеристики машин з урахуванням змінних умов експлуатації та природи робочого тіла;
- визначати та розраховувати економічні режими роботи;
- визначати безпечні умови роботи обладнання та загальні засади автоматизації;
- визначати основні габаритні та установчі розміри технологічного обладнання.

4. Засоби діагностики результатів навчання

Засобами оцінювання та методами представлення результатів навчання дисципліни «Нагнітачі та теплові двигуни. Частина 2» є:

– екзамен, що проводиться у письмовій формі в обсязі матеріалу, визначеного навчальною програмою дисципліни «Нагнітачі та теплові двигуни. Частина 2» і в терміни, встановлені навчальним планом.

– на практичних заняттях, шляхом проведення опитування для оцінки рівня засвоєння студентом поточної теми. Поточний контроль має на меті перевірку рівня підготовленості студента до виконання конкретної роботи. Контроль за навчально-пізнавальною діяльністю здійснюється у фронтальній, груповій, індивідуальній формах, перевірки виконання ситуативних задач тощо. Оцінка наданих відповідей здійснюється шляхом виставлення відповідних балів, які сумуються протягом семестру.

Навчальним планом передбачено виконання індивідуальної розрахункової роботи. Мета роботи – закріплення теоретичних знань і практичних навичок, одержаних на лекційних та лабораторних заняттях.

Індивідуальна робота з дисципліни «Нагнітачі та теплові двигуни. Частина 2» виконується студентами у вигляді розрахунково-графічної роботи «Вибір теплового двигуна за параметрами».

5. Критерії оцінювання результатів навчання

Під час семестрового контролю враховуються результати виконання практичних робіт та якості виконання індивідуального завдання відповідно до розподілу балів, які отримують студенти:

– д.ф.н.:

Пр. 1	Пр. 2	Пр. 3	Пр. 4	Пр. 5	Пр. 6	Пр. 7	Пр. 8	ІНДЗ	Поточний контроль	Іспит	Максимальний бал
3	3	3	3	3	3	3	3	16	40	60	100
2	2	2	2	2	2	2	2	8	24	60	84

– з.ф.н.:

Пр. 1	Пр. 2	Пр. 3	Пр. 4	Пр. 5	Пр. 6	Пр. 7	Пр. 8	ІНДЗ	Поточний контроль	Іспит	Максимальний бал
6	–	6	–	6	–	–	6	16	40	60	100
4	–	4	–	4	–	–	4	8	24	60	84

Примітки: 1) Пр1, Пр2 і т.д практичні роботи;

2) У числівнику максимальний бал – при своєчасному та правильному виконанні, у знаменнику – мінімальний (при правильному, але несвоечасному виконанні).

Оцінювання проводиться з урахуванням вимог «Положення про організацію освітнього процесу». Результати підсумкового контролю оцінюються за 100-бальною шкалою та чотирибальною («відмінно», «добре», «задовільно», «незадовільно»). Відповідність між шкалами встановлюється наступним чином:

Оцінка	
За 100-бальною шкалою	Для екзамену, курсового проекту(роботи), практики, диференційованого заліку, кваліфікаційного екзамену, випускної кваліфікаційної (дипломної) роботи (проекту)
90-100	відмінно
74-89	добре
60-73	задовільно
0-59	незадовільно

6 Програма навчальної дисципліни

6.1. Основні теми дисципліни

Тема 1. Основні відомості та класифікація парових турбін.

Принцип роботи. Тепловий цикл паротурбінної установки. ККД циклу. Шляхи підвищення ефективності паротурбінної установки. Коефіцієнт корисної дії парових турбін. Перетворення енергії в соплах. Робота сопла Лавалю при ізоентропних течіях в нерозрахованих режимах. Неізоентропне витікання з сопел. Перетворення енергії в турбінній ступені. Перетворення енергії потоку в активній і реактивній ступенях. Трикутник швидкостей. Відносний лопатковий ККД. Втрати енергії в парових турбінах.

Тема 2. Турбіни із ступенями швидкості і перетворення енергії в соплах.

Ізоентропний процес розширення пари. Швидкість витікання і витрата пара. Робота сопла Лавалю при ізоентропному розширенні і в нерозрахованих режимах. Ізоентропне розширення в соплах з косим зрізом. Неізоентропне розширення з сопел. Перетворення енергії в турбінній ступені. Основні геометричні характеристики турбінної ступені.

Тема 3. Багатоступінчасті парові турбіни.

Багатоступінчасті турбіни – турбіни високої економічності. Коефіцієнт повернення теплоти. Характеристичний коефіцієнт багатоступінчастої турбіни. Гранична і одинична потужність турбіни. Конструктивні особливості багатоступеневих парових турбін. Основи перетворення енергії в багатоступеневих парових турбінах.

Тема 4. Газові турбіни і газотурбінні установки.

Робочий процес у газовій турбіні. Схеми і цикли газотурбінних установок (ГТУ). Утилізація теплоти відхідних газів ГТУ. Парогазові установки. Схеми і цикли газотурбінних установок (ГТУ). Одновальні ГТУ з регенерацією. ГТУ з проміжним охолодженням повітря. ГТУ з проміжним підведенням теплоти. Двовальна ГТУ. Утилізація теплоти відхідних газів ГТУ.

Тема 5. Режими роботи парових і газових турбін.

Принципові схеми, пристрій, переваги і недоліки соплового, дросельного і обвідного паророзподілу. Принципові схеми регулювання парових (конденсаційних, з протитиском і регульованими відборами пара) і газових турбін. Статична характеристика регулювання. Запуск і зупинка турбін.

Тема 6. Призначення захисту парових і газових турбін.

Принципові схеми і способи захисту. Маслозабезпечення, схеми подачі мастила парових і газових турбін.

Тема 7. Принципові схеми паротурбінних установок з протитисковою турбіною і турбіною з регульованими відборами пара. Газотурбінні установки.

Область використання. Діаграми режимів, експлуатація паротурбінних установок. Основне оснащення і експлуатація газотурбінних установок.

Тема 8. Двигуни внутрішнього згоряння.

Принципи побудови і роботи ДВЗ. Класифікація ДВЗ. Термодинамічні цикли ДВЗ. Чотиритактні і двотактні ДВЗ. Паливо ДВЗ. Системи сумішоутворення, запалення і охолодження ДВС. Підвищення потужності і економічності ДВЗ.

6.2. Теми практичних (семінарських) занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		Д.ф.н.	З.ф.н.
1	Практичне заняття 1 (до теми 1). Парові турбіни. Класифікація парових турбін.	3	1
2	Практичне заняття 2 (до теми 2). Визначення робочих процесів у турбінному східці.	3	—
3	Практичне заняття 3 (до теми 3). Визначення витрати пари на турбіну і потужність турбіни.	3	1
4	Практичне заняття 4 (до теми 4). Схеми і робочі цикли газотурбінних установок, їх експлуатація.	3	—
5	Практичне заняття 5 (до теми 5). Дослідження діаграми режимів роботи турбіни.	3	1
6	Практичне заняття 6 (до теми 6). Експлуатація газотурбінних установок.	3	—
7	Практичне заняття 7 (до теми 7). Визначення витрат у східці та ККД східця турбіни.	3	—
8	Практичне заняття 8 (до теми 8). Визначення режимів роботи двигунів внутрішнього згоряння.	3	1
Усього годин		24	4

6.3. Теми лабораторних занять

Навчальним планом не передбачено.

6.4. Самостійна робота

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		Д.ф.н.	З.ф.н.
1	Тема 1. Основні відомості та класифікація парових турбін.	10	15
2	Тема 2. Турбіни із ступенями швидкості і перетворення енергії в соплах.	10	15
3	Тема 3. Багатоступінчасті парові турбіни.	10	15
4	Тема 4. Газові турбіни і газотурбінні установки.	10	15
5	Тема 5. Режим роботи парових і газових турбін.	10	15
6	Тема 6. Призначення захисту парових і газових турбін.	10	15
7	Тема 7. Принципові схеми паротурбінних установок з протитисковою турбіною і турбіною з регульованими відборами пара. Газотурбінні установки.	10	15
8	Тема 8. Двигуни внутрішнього згоряння.	10	15
9	Виконання індивідуальної роботи	14	18
	Усього годин	94	138

6.5. Індивідуальні та/або групові завдання

Навчальним планом передбачено виконання індивідуальної розрахункової роботи. Мета роботи – закріплення теоретичних знань і практичних навичок, одержаних на лекційних та лабораторних заняттях.

Індивідуальна робота з дисципліни «Нагнітачі та теплові двигуни. Частина 2» виконується студентами у вигляді розрахунково-графічної роботи «Вибір теплового двигуна за параметрами». Методика розрахунків та варіанти завдань наведені в представлених нижче методичних рекомендаціях та у рекомендованій літературі.

7. Література

7.1. Основна

1. Герасимов Г.Г. Нагнітачі та теплові двигуни. Навчальний посібник. – Рівне: НУВГП, 2012. – 552 с.
2. Курбатов Ю.Л., Масс Н.С., Кравцов В.В. Нагнетатели и тепловые двигатели в теплотехнике. Ч.2. Тепловые двигатели: Учебное пособие. – Донецк “НОРД-ПРЕСС”. 2011 – 177 с.
3. Іродов В.Ф. Теплогенеруючі установки та їх математичне моделювання: навчальний посібник / В. Ф. Іродов, В. В. Ткачова, Г. Я. Чорноморець. – Дніпропетровськ: Будинок друку, 2015. – 80 с.
4. Шубенко Л.А. Совершенствование термогазодинамических характеристик проточных частей мощных паровых турбин. / Л.А.Шубенко, В.Л.Швецов В.Л., В.Н.Голощапов, В.Г. Солодов, С.В. Алехина // – Х.: Цифрова друкарня №1, 2013. – 172 с.
5. Абрамчук Ф.І., Кузьменко А.П., Нікітченко І.М. Конструкція і динаміка двигунів внутрішнього згоряння. Конспект лекцій. Частина 1. Харків: ХНАДУ. 2015. – 114 с.

7.2. Допоміжна

1. Нигматулин И.Н. Тепловые двигатели: учеб. пособие для вузов/ И.Н. Нигматулин, В.А. Ценев, П.Н. Шляхин. - М.: Высшая школа, 1984. – 375 с.
2. Щегляев, А.В. Паровые турбины: теория теплового процесса и конструкций турбин учеб. для вузов/ А.В. Щегляев. – М.: Энергоатомиздат, 1993. – 357 с.
3. Рихтер, Л.А. Вспомогательное оборудование тепловых электростанций: учеб. пособие для вузов/ Л.А. Рихтер, Д.П. Елизаров, В.М. Лавыгин. – М.: Энергоатомиздат, 1987. – 216 с.

4. Малюшенко, В. В., Михайлов, А. К. Энергетические насосы: справочное пособие/ В. В. Малюшенко, А. К. Михайлов. – М.: Энергоиздат, 1981. – 199 с.
5. Вырубов Д.Н. и др. Двигатели внутреннего сгорания: теория поршневых и комбинированных двигателей М.: Машиностроение, 1983.
6. Шляхин П.Н. Паровые и газовые турбины. – М.: Энергия, 1974. – 223 с.
7. Щегляев А.В. Паровые турбины. – М.: Энергия, 1976. – 362 с.

7.3. Методична

Методичні рекомендації до проведення практичних занять, виконання індивідуальної (розрахункової) роботи та самостійного вивчення дисципліни «Нагнітачі та теплові двигуни. Частина 2» – у розробці.

8. Інформаційні ресурси

1. <http://osar-compress.onaft.edu.ua/> – Кафедра компресорів та пневмоагрегатів Одеської національної академії харчових технологій.
2. <http://odnb.odessa.ua/> – Одеська національна наукова бібліотека.
3. <https://web.kpi.kharkov.ua/teplo/metodicheskie-materialy/> – Кафедра теплотехніки та енергоефективних технологій НТУ «ХП».